

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09210850 A

(43) Date of publication of application: 15.08.97

(51) Int. Cl

G01M 11/00

G01B 11/12

H01J 9/42

(21) Application number: 08015158

(22) Date of filing: 31.01.96

(71) Applicant:

KOBE STEEL LTD JIENESHISU  
TECHNOL KK

(72) Inventor:

YONEDA YASUSHI  
SUZUKI AKIO  
NAKAI YASUHIDE  
YAMAMOTO YUJI  
YAMAMOTO MASAHIRO

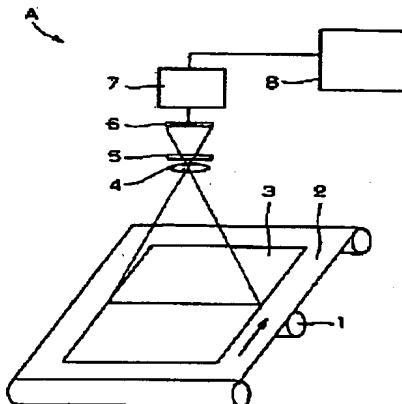
(54) CYCLIC PATTERN-INSPECTING APPARATUS

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect failures of cyclic patterns highly accurately.

SOLUTION: This apparatus A forms an image by an image formation lens 4 from a light emitting from an illumination light source 1 and passing through a shadow mask 3, detects the light at a photodetecting face of a line sensor 6, and inspects by an image-processing device 8 on the basis of the detecting amount of the light whether the shadow mask 3 is defective or not. At this time, the image is formed by the transmission light so that a distribution function of spot images on the photodetecting face is maximum centering an optical axis and monotonously decreased in a radial direction. In this constitution, cyclic noises caused by a pitch change of cyclic patterns are effectively reduced and failures of the cyclic patterns can be detected highly accurately.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-210850

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 M 11/00  
G 0 1 B 11/12  
H 0 1 J 9/42

識別記号 序内整理番号

F I  
G 0 1 M 11/00  
G 0 1 B 11/12  
H 0 1 J 9/42

技術表示箇所  
T  
H  
A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-15158

(22)出願日 平成8年(1996)1月31日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区勝浜町1丁目3番18号

(71)出願人 593208795

ジェネシス・テクノロジー株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号

(72)発明者 米田 康司

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 鈴木 紀生

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号

株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

(74)代理人 弁理士 本庄 武男

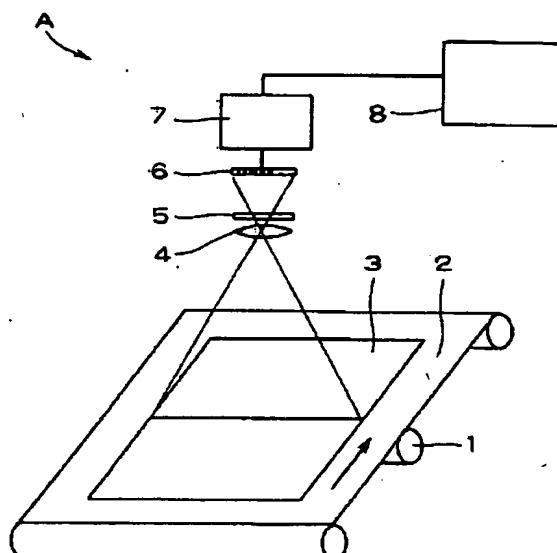
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 周期性パターン検査装置

(57)【要約】

【課題】 周期性パターンの不良を高精度に検出できる周期性パターン検査装置。

【解決手段】 本装置Aは、照明光源1より光が照射されたシャドウマスク3からの透過光を結像レンズ4により結像させてラインセンサ6の受光面で受光し、その受光量に基づいてシャドウマスク3の欠陥の有無を画像処理装置8により検査するに際し、上記受光面上の点像の分布関数が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する関数となるように上記透過光を結像させている。上記構成により、周期性パターンのピッチ変動に起因した周期性ノイズを効果的に低減でき、周期性パターンの不良を高精度に検出できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光が照射された周期性パターンからの透過光を結像させて受光面で受光し、その受光量に基づいて上記周期性パターンの欠陥の有無を検査する装置において、上記受光面上の点像の分布関数が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する関数となるように上記透過光を結像させてなることを特徴とする周期性パターン検査装置。

【請求項 2】 上記関数が、ガウス分布関数又は三角形関数である請求項 1 記載の周期性パターン検査装置。

【請求項 3】 上記透過光を、その透過率が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する光学フィルタを介して結像させると共に、上記受光面が非結像位置に配置されてなることを特徴とする請求項 1 記載の周期性パターン検査装置。

【請求項 4】 上記透過率の分布関数が、ガウス分布関数又は三角形関数である請求項 3 記載の周期性パターン検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、周期性パターン検査装置に係り、例えばブラウン管シャドウマスク製造におけるシャドウマスクホール径を検査するシャドウマスク検査装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】シャドウマスクとは、ブラウン管の構成部品であって、各色専用の電子銃から放出したビームを正確にその色に対応した蛍光体に衝突させる役目を持った薄い金属板のことである。このシャドウマスクには、例えば直径 0.25 mm 程度のホールが 0.50 ~ 0.65 mm 程度のピッチで規則正しく配列されており、そのホール数は 20 万 ~ 40 万個もあって、周期性パターンを構成している。上記のようなブラウン管シャドウマスク製造におけるシャドウマスクホール径を検査する技術が特開平 6-174434 号公報に開示されている。ここ（装置 A0）では、図 1 に示すように、透過照明 51 により発生したシャドウマスク 52 のホール像を拡散させ、この拡散された像を TV カメラ 54 により映像信号に変換し、この映像信号を画像処理装置 55 により所定の閾値と比較することによって、ホール径の状態を判定する。ホール像の拡散手段としては、以下のようないくつかの手段が用いられる。

（1）拡散フィルタ 53 を成形マスクの面に倣うように密着または近接させて配置する手段。

（2）ホール像の拡散手段として TV カメラの結像位置をずらすことにより、拡散フィルタ 53 を用いることなく、上記と同様な動作を得る手段。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記したような従来のシャドウマスク検査装置 A0 では、ホール径の配列ピッ

チに起因した正弦波状ノイズが十分に低減されず、検出精度が低下する場合がある。これは、次のような理由によるものと推察される。

（1）シャドウマスクはブラウン管の蛍光面の形状に合わせて円筒面の一部、あるいは球面の一部などの曲面に成形、あるいは支持部材によって保持される場合がほとんどであるが、この場合、シャドウマスクの孔配列のピッチは中央部と周辺部とで異なり、場所によって変化している。

10 （2）また、パターンの孔配列が直線状でなく、曲線状に配列している場合には、検査の際に位置決め精度が不十分で画像入力用センサの画素配列方向と周期性パターンの配列方向とに角度が生じた状態で撮影されることがあるが、そのような場合には、検出光学系の歪曲収差によって物体の寸法形状が像面上で歪むことがある。本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、周期性パターンの不良を高精度に検出できる周期性パターン検査装置を提供することである。

## 【0004】

20 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明は、光が照射された周期性パターンからの透過光を結像させて受光面で受光し、その受光量に基づいて上記周期性パターンの欠陥の有無を検査する装置において、上記受光面上の点像の分布関数が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する関数となるように上記透過光を結像させてなることを特徴とする周期性パターン検査装置として構成されている。さらには、上記関数が、ガウス分布関数又は三角形関数である周期性パターン検査装置である。さらには、上記透過光を、その透過率が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する光学フィルタを介して結像させると共に、上記受光面が非結像位置に配置されてなることを特徴とする周期性パターン検査装置である。さらには、上記透過率の分布関数が、ガウス分布関数又は三角形関数である周期性パターン検査装置である。

## 【0005】

## 【発明の実施の形態】及び

【実施例】以下添付図面を参照して、本発明の実施の形態及び実施例につき説明し、本発明の理解に供する。

40 尚、以下の実施の形態及び実施例は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに、図 1 は本発明の実施の形態及び実施例に係るシャドウマスク検査装置 A の概略構成を示す模式図、図 2 は光学フィルタの透過率分布を示す説明図、図 3 は本装置 A の基本原理を示す説明図、図 4 は点像分布関数の測定結果を示す説明図、図 5 はシャドウマスクのホール径とその映像信号を示す説明図、図 6 は点像分布関数の説明図、図 7 は解析のための光学配置図、図 8 はある条件下での受光量分布を示す説明図、図 9 は他の条件下での受光量分布を示す説明図、図 10 は光学

フィルタの作成方法を示す説明図である。

【0006】図1に示すごとく、本発明の実施の形態及び実施例に係るシャドウマスク検査装置A（周期性パターン検出装置に相当）は、照明光源1により光が照射されたシャドウマスク3（周期性パターンに相当）からの透過光を結像レンズ4により結像させて、ラインセンサ6等の受光面で受光し、その受光量に基づいて画像処理装置8により周期性パターンの欠陥の有無を検査する点で従来例と同様である。しかし、本実施の形態及び実施例では、上記受光面上の点像の分布関数が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する関数となるように上記透過光を結像させる点で従来例と異なる。さらには、上記透過光を、その透過率が光軸中心で最大でかつ半径方向に単調減少する光学フィルタ5を介して結像させると共に、上記受光面が非結像位置に配置されるようになしてもよい。さらに、上記点像の分布関数、あるいは、上記透過率の分布関数が、ガウス分布関数または三角形関数であるとしてもよい。これらの点でも、従来例と異なる。

【0007】以下、本装置Aをさらに具体化すると共に、その動作について詳述する。図1において、光学フィルタ5は結像レンズ4の後面（ラインセンサ6側）に近接させて配置され、かつ、ラインセンサ6はシャドウマスク3のホール像の結像位置からデフォーカスさせた非結像位置に配置される。このような構成において、照明光源1から投光された光は、シャドウマスク3に照射され、そのホール像が結像レンズ4、光学フィルタ5を経て、ラインセンサ6によって受光され、主走査方向のラインデータが撮像される。また、搬送装置2によってシャドウマスクを副走査方向に移動させて、順次ラインデータを取り込むことにより、シャドウマスク3の2次元画像データが得られる。この画像データは光電変換回路7を介して、画像処理装置8に取り込まれ、ここでホール径の不良検査が行われる。光学フィルタ5としては、光軸中心の透過率が最大で半径方向に単調減少となる透過率分布を有する光学特性のフィルタを使用する。ここでは、図2に示すようなガウス分布状の透過率分布： $T(r)$ を有する光学フィルタを使用した。

【0008】次に、このような光学フィルタ5の作用について説明する。図3(a)に示すように、点光源11から一様な光が発せられ、レンズ12に収差がないとして、点光源11をレンズ12の前焦点位置（焦点距離をfとする）に配置した場合、レンズ12後方の光波は平行光であって、その強度分布 $I(r)$ は一様となる。また、図3(b)に示すように、レンズ近傍でかつ後方に、前記図2に示すようなガウス分布状の透過率を有する光学フィルタ14を配置した場合、レンズ12後方の光波は平行光であって、その強度分布は光学フィルタ14の透過率分布をそのまま反映したガウス分布状となる。一方、図3(a)、(b)の点光源11とレンズ1

2との間の距離lを大きくし、結像光学系にした場合（ $l > f$ ）が図3(c)に示すものである。ここでは、レンズ12後方の光波は、収束光となり、合焦点面13で1点に集光する。合焦点面13からずれた位置13'における光波の強度分布は焦点からの距離によってその大きさ（ガウス分布の拡がり）は変わるもの、その形状はガウス分布のままで変わらない。

【0009】図4は、焦点距離 $f = 50\text{ mm}$ 、F値=8の結像レンズの絞りの位置に前記図2に示した特性の光学フィルタを配置し、結像倍率 $m = 0.1$ の条件でデフォーカス位置での点像分布関数を測定した結果である。点像分布関数がガウス分布形状となっていることがわかる。このように、レンズ近傍に光学フィルタを配置した結像光学系における焦点ぼけ位置での点像分布関数 $P(r)$ の波形は光学フィルタの透過率分布 $T(r)$ とほぼ等価な関係にある。したがって、光学フィルタの透過率分布を変えると共に、結像面の位置を変えることにより、ガウス分布形状だけでなく任意の分布関数を実現することができる。一方、従来例で示された拡散手段は、TVカメラの結像位置をずらして撮像することと同様な動作で得ることができるとされている。このことは、前記図3(c)において、光学フィルタを用いないでデフォーカス状態で受光する場合に相当し、この場合の点像分布関数は矩形関数で表現できる。このような結像光学系の点像分布関数に対し、シャドウマスクのホール像を撮像した場合の映像信号について解析した結果を以下に説明する。

【0010】まず、図5(a)に示すシャドウマスクのホール孔に対し、光学フィルタを通さず、かつ、ラインセンサをホール像の結像位置に配置した場合の映像信号の輝度レベルは、図5(b)に示すようになる。一方、ラインセンサの結像位置を光軸方向の前後にずらして、ホール像の非結像位置に配置した場合には、個々のホール像の映像信号が拡がる（ぼける）ため、合成輝度信号は平滑化される。しかし、デフォーカスの条件によっては平滑が十分に行われず、孔配列ピッチと周期の合った正弦波状の輝度レベルの変動が生じ、図5(c)に示すような状態となる。この時、シャドウマスクにホール径が小さい場合の欠陥があると、欠陥箇所の合成輝度信号に凹部が生じることになる。しかし、上記のような孔配列ピッチに起因した正弦波ノイズがあると、欠陥信号が正弦波状ノイズに埋もれて、検出感度が低下する。また、ホール径が大きい場合の欠陥があると、欠陥箇所の合成輝度信号に凸部が生じるが、同様に、検出感度が低下することになる。以下、この現象を解析により明らかにするために、従来例の場合の結像光学系の点像分布関数である矩形関数を図6(a)に示し、本装置Aの光学フィルタを用いた場合の点像分布関数である三角形関数、ガウス分布関数を図6(b)、(c)にそれぞれ示した。そして、各種条件で孔配列周期パターン（1次元

配列) の撮像面上における受光量分布を求めた。

【0011】ここで、矩形、三角形、ガウス分布の全幅  $W$  をそれぞれ図 6 に示すように定義する。尚、ガウス分布の場合は、標準偏差の  $4\sigma$  を全幅とした。また、解析のための光学配置図を図 7 に示した。同図中、1 1 はシャドウマスク、1 2 は結像光学系、1 3 は受光素子である。さらに、結像光学系の倍率  $m = 1$ 、ホール基準径  $D = 150$  ミクロン、ホール径が基準径より 10% 小さい欠陥として 135 ミクロンのホール ( $D_f$ ) がシャドウマスク上の光軸中心に 1 個あるとし、シャドウマスクの孔配列の周期パターンのピッチ  $P$  と受光素子面 (1 次元) を結像光学系のデフォーカス位置に配置した場合の点像分布の全幅  $W$  をパラメータ変数とする。孔配列の基準ピッチが  $P_0 = 300$  ミクロン、全幅が  $W = 2 \times P$

(600 ミクロン) の場合について、点像分布関数がそれぞれ矩形、三角形、ガウス分布における受光量分布を求めた結果を図 8 (a), (b), (c) に示した。また、孔配列ピッチが基準ピッチ  $P_0$  から 10% 変動したとして  $P = 0.9 \times P_0$  (270 ミクロン) と小さくなつた場合について、点像分布関数がそれぞれ矩形、三角形、ガウス分布における受光量分布を求めたのが図 9 (a), (b), (c) である。

【0012】即ち、上記図 8 (a), (b), (c) は、点像分布関数の全幅  $W$  が孔配置ピッチ  $P$  の整数倍 ( $W = 2 \times P$ ) の条件の時の受光量分布である。点像分布関数が矩形 (a), 三角形 (b), ガウス分布 (c) のいずれの場合であっても、孔配列ピッチに起因した周期性のノイズは小さい。また、ホール径が小さい欠陥部 (図中の横軸  $X = 0$  近傍) の受光量分布に凹部が生じ、閾値  $T_H$  で凹部の欠陥判定ができることになる。図 9

(a), (b), (c) は、孔配列のピッチが基準ピッチ  $P_0 = 300$  ミクロンから 270 ミクロンと代わり、分布関数の全幅  $W$  が孔配置ピッチ  $P$  の整数倍とならない条件の時の受光量分布である。この場合は全幅  $W = 2 \cdot 2 \times P$  である。このときでも、点像分布関数が三角形 (b) とガウス分布 (c) の場合は、孔配列ピッチに起因した周期性のノイズは小さく、孔配列ピッチが基準ピッチの時 (図 8 (b), (c)) と同程度である。これに対し、矩形 (a) の場合は、周期変動幅が大きくなつてしまい、かつ、位相が反転している (図中の横軸  $X = 0$  近傍で輝度レベルが小さくなる領域で逆にそのレベルが上がっている)。この位相の反転はレンズを用いた光学系においてピントがはずれた時に像の位置ずれ (明暗の反転) として観察される偽解像と呼ばれる現象を示し、欠陥部位の位置ずれという観点からも望ましくない (「科学計測のための画像データ処理」 p 149 ~ p 154, CQ 出版発行, 1994 年参照)。その結果、矩形関数の場合は、前記閾値  $T_H$  で凹部判定を行う場合の検出性能が大きく低下していることがわかる。

【0013】以上のことから、矩形、三角形、ガウス分

布の点像分布関数の幅が孔配列ピッチの整数倍の条件では、波形分布の違いによる孔配列ピッチに起因する周期性のノイズの低減効果に大きな差異はみられない。しかし、分布の幅が孔配列ピッチの整数倍からずれる条件では、矩形分布については周期性ノイズが十分に低減されず、三角形やガウス分布形状の点像分布関数では、孔配列ピッチの影響を受けていない。以上の解析結果から、三角形やガウス分布形状の点像分布関数は矩形形状の点像分布関数に比べて周期性ノイズの低減効果において優れているといえる。シャドウマスクはブラウン管の蛍光面の形状に合わせて円筒面の一部、あるいは球面の一部などの曲面に成形あるいは支持部材によって保持される場合がほとんどである。この場合、シャドウマスクの孔配列のピッチは中央部と周辺部とで異なり、場所によって変化している。この場合、点像分布が上記のように矩形であると周期性ノイズが十分に低減されず、検出精度が低下する。また、パターンの孔配列が直線状でなく曲線状に配列している場合には、検査の際に位置決め精度が不十分で画像入力用センサの画素配列方向と周期性パターンの配列方向との間に角度が生じた状態で撮像される場合があるが (この場合は角度誤差による周期性パターンのピッチが変化する)、検出光学系の歪曲収差で物体の寸法形状が像面で歪むことになる場合がある。これらの点については従来例の問題点で述べた通りである。

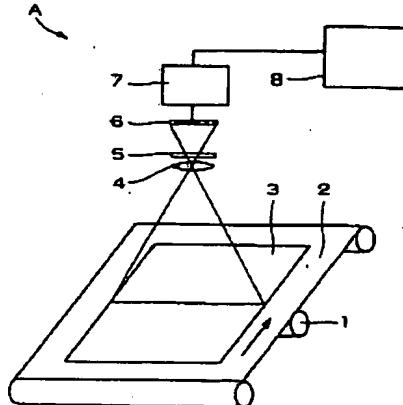
【0014】従って、シャドウマスクの検査を行う場合には、従来例のような点像の分布が矩形の拡散手段で検査しても、孔配列ピッチに起因した正弦波状ノイズが十分低減されず、検出性能が低下してしまう問題があった。しかし、上記三角形やガウス分布のような光軸中心で最大かつ半径方向に単調減少する点像分布の光学フィルタを用いた本装置 A によれば、実際に孔配列ピッチが場所によって変わる場合や、検出光学系とシャドウマスクとの相対的な位置決め (角度) 誤差が生じる場合であっても、検出感度を低下させることなく、簡単に、かつ安定したシャドウマスクの検査を行うことができる。ところで、上記装置 A では、光学中心の透過率が最大で半径方向に単調減少となる透過率分布を有する光学フィルタを用い、この光学フィルタを結像レンズの像面側に配置したが、結像レンズ近傍であれば、レンズの物体面側に配置してもよい。また、組み合わせレンズ群のような結像レンズにおいてはレンズ間の中間位置、例えば、レンズの絞り面の位置に配置してもよい。即ち、前記図 3 に示した光学系で、レンズに収差がなく (又は小さく)、幾何光学近似が成立する領域 (波長オーダよりもはるかに大きい) において、デフォーカス位置での点像分布関数は矩形波関数と近似できる。このため、光学フィルタを用いた場合の点像分布関数は、光学フィルタの透過率分布と等価な関係になる。

【0015】一方、実際の結像レンズ系は、レンズ開口部の周辺光量の低下があることや開口が有限であること

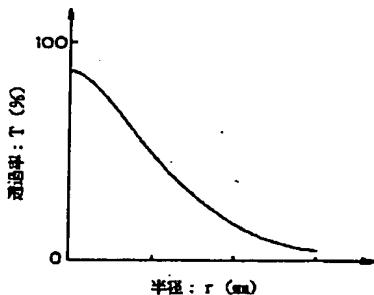
から波動光学的な回折によって有限の点像分布関数  $G(r)$  をもつ。このため、前記近似ができないケースが生じる。この場合、光学フィルタを配置しない状態で結像レンズ系の点像分布関数  $G(r)$  を予め求めておけば、点像分布関数  $P(r)$  と光学フィルタの透過率分布  $T(r)$  との間の関係が、 $P(r) = T(r) \times G(r)$  となることから、目的とする点像分布関数が得られるように、光学フィルタを設計・製作することができる。その他の受光面での点像分布関数として光軸中心が最大かつ半径方向に単調減少となる特性を持たせるための手段としては、例えば表面に水滴状の凹凸腐食処理を施した軟焦点用光学フィルタを用いて、結像レンズの近傍に配置することも考えられる。

【0016】次に、上記のような光学フィルタの作成方法について述べる。図10(a)に示すように、先ず任意の半径  $r$  において円周長に対する明部の周長比が  $R$  となるように設計した明暗パターンの円盤を作成する。この円盤を均一照明し、モータによって高速回転させることにより、任意の半径で  $R$  に比例した露光量分布が得られる。ここでは、光学フィルタとして写真乾板を利用した。即ち、図10(b)に示すような光学系で明暗パターンの円盤を適当な結像倍率で長時間露光し、写真乾板に露光撮影した。写真乾板の透過率と露光量との関係を図10(c)に示したが、この関係から、又は、適当な露光量を選ぶことによって、特性曲線の直線的な部分を用いれば露光量分布に比例した目的とする光学フィルタの透過率分布を得ることができる。尚、上記では、周期性パターンの具体例として、ブラウン管シャドウマスクを考えたが、本発明は、その適用範囲としてこれに限られるものではなく、周期性パターンを有するあらゆる検査対象に適用することができる。

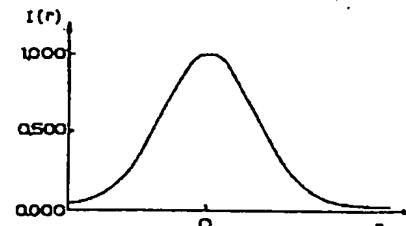
【0017】



【図1】



【図2】



【図4】

【発明の効果】本発明に係る周期性パターン検査装置は、上記したように構成されているため、周期性パターンのピッチ変動に起因した周期性ノイズを効果的に低減でき、周期性パターンの不良を高精度に検出することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態及び実施例に係るシャドウマスク検査装置Aの概略構成を示す模式図。

【図2】 光学フィルタの透過率分布を示す説明図。

【図3】 本装置Aの基本原理を示す説明図。

【図4】 点像分布関数の測定結果を示す説明図。

【図5】 シャドウマスクのホール径とその映像信号を示す説明図。

【図6】 点像分布関数の説明図。

【図7】 解析のための光学配置図。

【図8】 ある条件下での受光量分布を示す説明図。

【図9】 他の条件下での受光量分布を示す説明図。

【図10】 光学フィルタの作成方法を示す説明図。

【図11】 従来のシャドウマスク検査装置A0の一例における概略構成を示す模式図。

#### 【符号の説明】

A…シャドウマスク検査装置（周期性パターン検査装置に相当）

1…照明装置

2…搬送装置

3…シャドウマスク（周期性パターンに相当）

4…結像レンズ

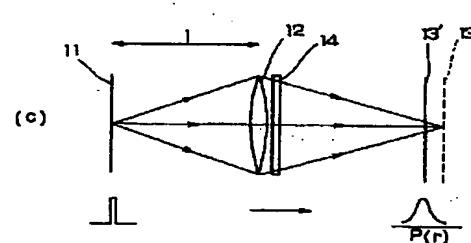
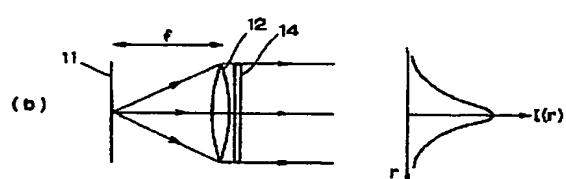
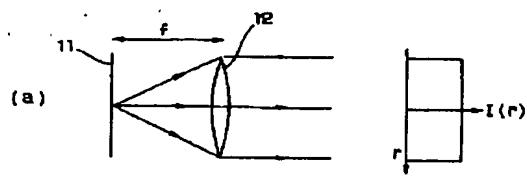
5…光学フィルタ

6…ラインセンサ

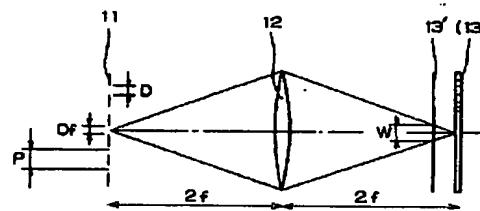
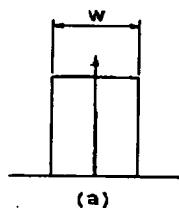
7…光電変換回路

8…画像処理装置

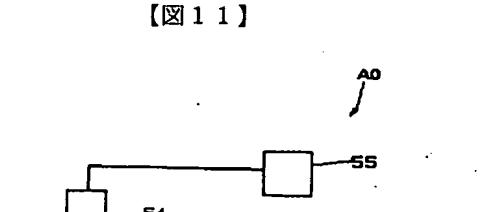
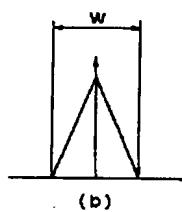
【図3】



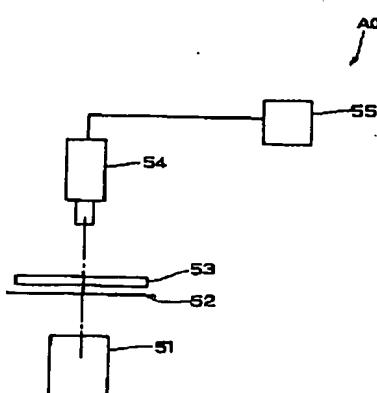
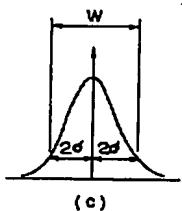
【図6】



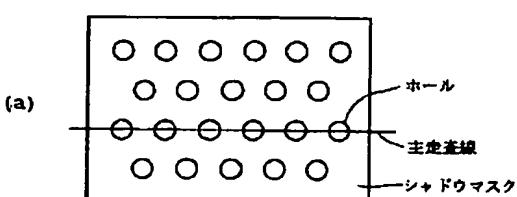
【図7】



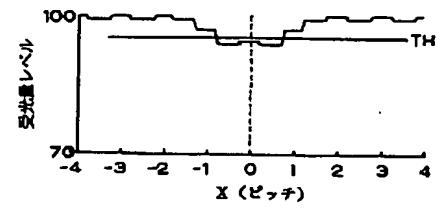
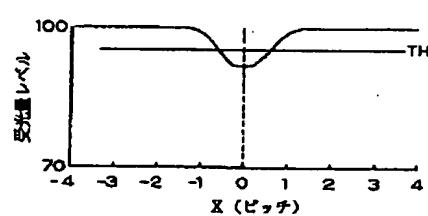
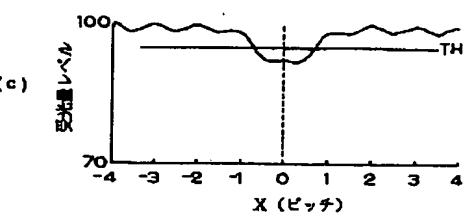
【図11】



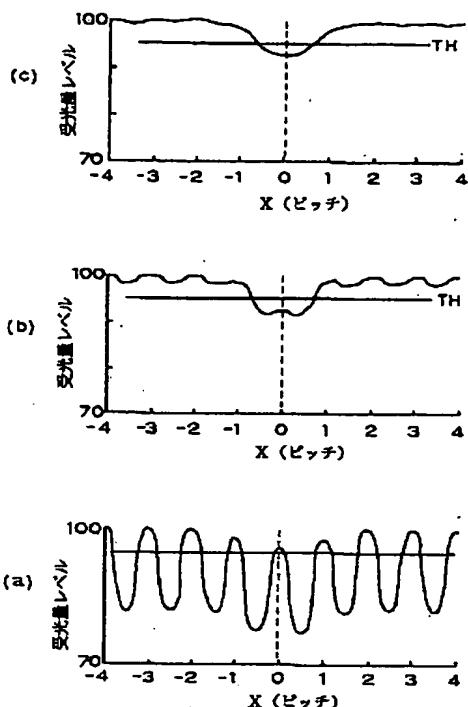
【図5】



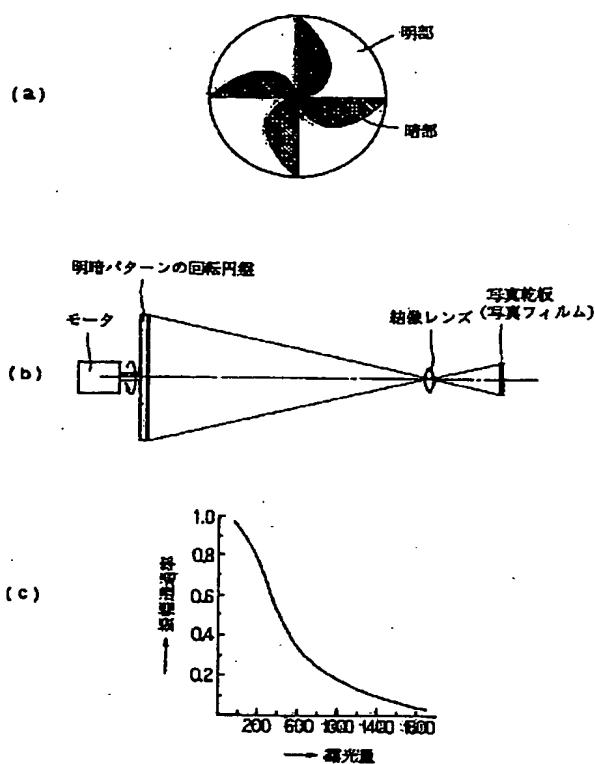
【図8】



【図9】



【図10】



## フロントページの続き

(72)発明者 中井 康秀

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
神戸製鋼5号館 ジェネシス・テクノロジ  
一株式会社内

(72)発明者 山本 雄治

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
神戸製鋼5号館 ジェネシス・テクノロジ  
一株式会社内

(72)発明者 山本 雅裕

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
神戸製鋼5号館 ジェネシス・テクノロジ  
一株式会社内